

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТРАКТІВ

Бичковський В. О., к. т. н., доцент; Реутська Ю. Ю., ст. викладач;

Правенький Є. Є., магістрант

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Інформаційні тракти (ІТ) є найбільш поширеними складовими сучасних радіоелектронних систем. Ідентифікація та аналіз характеристик ІТ та їх елементів (датчиків, ліній зв'язку, приймачів інформації) виконується різноманітними методами [1, 2]. В останні роки все більше уваги приділяється інформаційному підходу до аналізу пристроїв та систем [3, 4, 5]. Цей підхід є актуальним і для інформаційних трактів.

Виділимо в ІТ дві частини: датчик з лінією зв'язку та приймач інформації. Нехай C_1 — швидкість надходження інформації в приймач, I_2 — кількість інформації, сприйнятої приймачем, B — швидкість втрат інформації. Тоді можна записати

$$\frac{dI_2}{dt} = C_1 - B. \quad (1)$$

Розглянемо деякі моделі втрат інформації та за нульових початкових умов перейдемо від оригіналів до зображення по Лапласу. Якщо $B = K_1 I_2$, де K_1 — константа швидкості втрат інформації, то на підставі формули (1) можна записати

$$(p + K_1) \cdot I_2^*(p) = C_1^*(p). \quad (2)$$

Таким чином, інформаційна передаточна функція

$$L_1(p) = \frac{I_2^*(p)}{C_1^*(p)} = \frac{1}{p + K_1}.$$

Приймаючи до уваги, що $C_2 = dI_2/dt$, $C_1 = dI_1/dt$, знаходимо

$$\theta_1(p) = \frac{p}{p + K_1}, \quad (3)$$

де $\theta_1(p) = I_2^*(p)/I_1^*(p) = C_2^*(p)/C_1^*(p)$. Досить часто інформація надходить до людини-оператора [6]. Якщо не враховувати кількість інформації, яка залишається у пам'яті оператора через досить великий час, то закономірність збільшення кількості інформації в пам'яті оператора

$$\frac{dI_2}{dt} = C_1 - \frac{\mu}{T} I_2, \quad (4)$$

де $T = a/C_1^{1,1}$, $\mu \leq 1$, $a = 2, 3, \dots 6$.

Приймаючи до уваги, що $C_1 \approx C_1^{1,1}$, з рівняння (4) знаходимо

$$\frac{dI_2}{dt} = C_1 \left(1 - \frac{\mu I_2}{a} \right). \quad (5)$$

Перепишемо рівняння (5) у вигляді

$$\frac{a dI_2}{a - \mu I_2} = C_1 dt$$

та проінтегруємо ліву частину від 0 до I_2 , а праву від 0 до t . Тоді отримаємо

$$I_2 = \frac{a}{\mu} \left[1 - \exp \left(-\frac{\mu}{a} \int_0^t C_1(t) dt \right) \right]. \quad (6)$$

Рівняння (6) можна записати у наступному вигляді:

$$I_2 = \frac{a}{\mu} \left[1 - \exp \left(-\frac{\mu I_1}{a} \right) \right]. \quad (7)$$

Розглянемо тепер частину інформаційного тракту, яка складається з датчика та лінії зв'язку і описується передаточною функцією $W(p)$. Проведемо сигнальне випробування, подавши на вхід вплив $x(t) = A_1(t)$.

Тоді зображення по Лапласу сигналу на виході $Y(p) = AW(p)/p$. Знайдемо відносну помилку перехідного процесу

$$\gamma = \frac{y_{\text{ст}} - y(t)}{y_{\text{ст}}}, \quad (8)$$

де $y_{\text{ст}}$ — усталене значення y . Прийнемо до уваги, що $C_1 = dI_1/dt$. Оскільки $I = \ln N$, де N — інформаційна спроможність, то можна записати

$$C_1 = \frac{d \ln N}{dt} = \frac{dN}{N dt}.$$

Для перехідного процесу $N = 1/2\gamma$ [2, 5]. Таким чином, знаходимо

$$C_1 = -\frac{d\gamma}{\gamma dt}.$$

Проінтегрувавши $C_1 dt$, можна визначити I_1 .

Розглянемо ситуацію, коли

$$W(p) = \frac{K \exp(-p\tau)}{Tp + 1},$$

де K — коефіцієнт передачі, T — постійна часу, τ — час запізнювання. Тоді

$$Y(p) = \frac{KA \exp(-p\tau)}{p(Tp + 1)}, \quad y(t) = KA \left[1 - \exp \left(-\frac{t - \tau}{T} \right) \right].$$

Усталене значення $y_{\text{ст}} = \lim_{t \rightarrow \infty} (y(t)) = KA$.

Таким чином, на підставі формули (8) маємо $\gamma = \exp(-(t - \tau)/T)$. Отже, $C_1 = 1/T$. Кількість інформації

$$I_1 = \int_{\tau}^t \frac{dt}{T} = \frac{t - \tau}{T}.$$

Отримане значення C_1 дає можливість визначити I_2 на підставі формули (6), або інформаційні передаточні функції із залежностей (2), (3). Отже процедура ідентифікації завершується.

Перелік посилань

1. Остапенко Ю. В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. — К.: Задруга, 1999. — 420 с.
2. Ацюковский В. А. Построение систем связей комплексов оборудования летальных аппаратов. — М.: Сов. радио, 1974. — 160 с.
3. Лийв Э. Х. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия. — Таллинн, 1998. — 200 с.
4. Денисов А. А. Информационные основы управления. — Л.: Энергоиздат, 1983. — 72 с.
5. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств. — М.: Энергия, 1968. — 248 с.
6. Присняков В. Ф. Математическое моделирование переработки информации оператором человеко-машинных систем / В. Ф. Присняков, Л. М. Приснякова. — М.: Машиностроение, 1990. — 248 с.

Аннотация

На основе информационного подхода выполнена процедура идентификации элементов информационных трактов. Установлена зависимость между скоростью изменения количества информации и относительной ошибкой переходного процесса в датчике информации. Определена закономерность изменения количества информации в приемнике информации.

Ключевые слова: информационный тракт, идентификация, переходной процесс.

Анотація

На підставі інформаційного підходу виконана процедура ідентифікації елементів інформаційних трактів. Встановлено залежність між швидкістю зміни кількості інформації та відносною помилкою перехідного процесу у датчику інформації. Визначена закономірність зміни кількості інформації в приймачі інформації.

Ключові слова: інформаційний тракт, ідентифікація, перехідний процес.

Abstract

The procedure for the identifying of information paths elements performed based on the information made approach. The dependence between the rate of change of the information amount and the relative error of the transition process in the sensor information is set. The regularity of information amount changes in the information receiver is defined.

Keywords: information tract, identification, transition process.